



**Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

JANUCI VALENTIM ANACLETO

**A PROPOSTA DA CARBONIZAÇÃO DE REJEITOS SÓLIDOS
ASSOCIADA ÀS UNIDADES DE RECICLAGEM INTEGRAL PARA O
DISTRITO FEDERAL**

Brasília
2014

JANUCI VALENTIM ANACLETO

**A PROPOSTA DA CARBONIZAÇÃO DE REJEITOS SÓLIDOS
ASSOCIADA ÀS UNIDADES DE RECICLAGEM INTEGRAL PARA O
DISTRITO FEDERAL**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análises Ambientais e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. MSC. Luciana Luquez

Brasília
2014

JANUCI VALENTIM ANACLETO

**A PROPOSTA DA CARBONIZAÇÃO DE REJEITOS SÓLIDOS
ASSOCIADA ÀS UNIDADES DE RECICLAGEM INTEGRAL PARA O
DISTRITO FEDERAL**

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD)
como pré-requisito para a obtenção de
Certificado de Conclusão de Curso de
Pós-graduação *Lato Sensu* em Análises
Ambientais e Desenvolvimento
Sustentável

Orientador: Prof. MSC. Luciana Luquez

Brasília, ____ de _____ de 2014.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gilson Ciarallo

Prof. Dr. Luiz Carlos Bhering Nasser

**Dedico este estudo aos meus familiares e amigos,
bem como a todos aqueles de contribuíram, direta ou
indiretamente, para a realização deste curso.**

AGRADECIMENTO(S)

Ao meu Deus, por suas bênçãos constantes em minha vida.

Aos meus pais, pela vida e educação que me ofertaram.

A todos os meus familiares e amigos por sua presença em todos os momentos de minha vida.

Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia. O mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante.

Chales Chaplin

RESUMO

O presente estudo trata sobre a proposta de carbonização de rejeitos sólidos associada às unidades de reciclagem integral para o Distrito Federal. O tema foi desenvolvido com o objetivo de analisar a proposta da carbonização de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), associada às unidades de reciclagem integral e os respectivos destinos dos recicláveis, levando em consideração sua potencialidade como instrumento de melhora da qualidade de vida da população do Distrito Federal. Com base na revisão de literatura, observou-se que a Legislação brasileira pertinente ao gerenciamento dos RSUs é ampla e traz uma regulamentação bem específica sobre o complexo tema do tratamento adequado destes produzidos pela sociedade. No entanto, verifica-se que, apesar da existência das leis que regulamentam o gerenciamento dos RSUs, os projetos e ações desse campo ainda não foram executados. Assim, o presente estudo apresenta o projeto Natureza Limpa como uma possível solução aos entes governamentais no sentido de se fazer cumprir a legislação de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e promover uma melhor qualidade de vida à comunidade do Distrito Federal, principalmente das famílias de baixa renda que vivem da coleta e separação dos RSUs, depositados na área a céu aberto da Estrutural e em outros lugares inadequados do Distrito Federal. O estudo apresenta, ainda, alguns fatores relevantes sobre o processo de carbonização dos RSUs, demonstrando que esse processo é uma das melhores alternativas para a transformação dos resíduos sólidos em novas fontes de energia, reduzindo significativamente a poluição ambiental, consequentemente proporcionando uma melhor qualidade de vida para a população do Distrito Federal.

Palavras-chave: Legislação de Resíduos Sólidos Urbanos. Projeto Natureza Limpa.

ABSTRACT

This study deals with the proposal of carbonization of solid waste associated with full recycling facilities for the Federal District. The theme was developed in order to analyze the proposal from the carbonization of Municipal Solid Waste, associated with full recycling facilities and their destinations recyclable, taking into account its potential as a tool improves the quality of life of the population Federal District. Based on the literature review, it was observed that the Brazilian legislation relevant to the management of Urban Solid Waste is wide and brings a very specific rules on the complex issue of the appropriate treatment of these produced by society. However, it appears that, despite the existence of laws governing the management of Urban Solid Waste, projects and actions in this field have not yet been executed. Thus, this study presents the design Projeto Natureza Limpa as a possible solution to government agencies in order to enforce the municipal solid waste management laws and promote a better quality of life to the community of the Federal District, mainly from low-income families living the collection and separation of Urban Solid Waste, deposited in open-air area of structural and other inappropriate places in the Federal District. The study also presents some relevant factors on the process of carbonization of Urban Solid Waste, showing that this process is one of the best alternatives for transforming waste into new sources of energy, significantly reducing environmental pollution, thus providing a better quality of life for the population of the Federal District.

Keywords: Urban Solid Waste. Project Nature Clean.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Dispensa de lixo no Lixão da Estrutural	27
Figura 2 – Lixão da Estrutural na atualidade	28
Figura 3 – Lixo depositado em locais inadequados no Distrito Federal	29
Figura 4 – Presença do lixo nas ruas do Distrito Federal	29
Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo	42
Figura 6 - Vista geral da Usina	46
Figura 7 – Layout do processamento de RSU na Usina	48
Figura 8 – Lixão da Estrutural na atualidade	50
Figura 9 – Visão geral da Usina de Carbonização de RSU	51

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Quantidade de RSU Gerado	32
Tabela 2 – Coleta e Geração de RSU no Distrito Federal.....	33
Gráfico 1: Destinação final de RSU no Distrito Federal (t/dia).....	34
Tabela 3 – Poder calorífico de materiais que compõem os RSU	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN – Balanço Energético Nacional

CONAMA – Comissão Nacional de Energia Nuclear

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MG – Minas Gerais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB – Plano Nacional de Saneamento Básico

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SINDIVAREJISTA– Sindicato do Comércio Varejista do Distrito Federal

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SLU – Serviço de Limpeza Urbana

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	16
1.1 AS LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS.....	16
1.2 A DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	25
2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	31
2.1 A LEI DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	31
2.2 A CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	36
3 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DA CARBONIZAÇÃO DOS REJEITOS SÓLIDOS URBANOS	39
3.1 O PROCESSO DE CARBONIZAÇÃO DOS REJEITOS SÓLIDOS URBANOS ..	39
3.2 O PROCESSO DE BRIQUETAGEM APÓS A CARBONIZAÇÃO	44
3.3 O PROJETO MODELO NATUREZA LIMPA	45
3.3.1 Os componentes e fases operacionais do projeto.....	46
3.3.2 Aspectos Ambientais da Usina de Carbonização com unidade de reciclagem integral	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS.....	55

INTRODUÇÃO

O presente estudo aborda a importância do tratamento adequado que a sociedade e os governos devem dar aos resíduos sólidos no contexto do meio ambiente urbano.

Considerando a visível e concreta expressão da poluição ambiental, os resíduos sólidos ocupam um importante papel na estrutura de saneamento de uma comunidade urbana e, conseqüentemente, nos aspectos relacionados à saúde pública e do meio ambiente.

De acordo com o artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988):

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações.

Nesse contexto, deve-se considerar o impacto que a disposição inadequada desses resíduos provoca no solo, na atmosfera, nos animais, na vegetação e nos recursos hídricos (ONU, 2014).

De acordo com a lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12305, de 02 de agosto de 2010), a destinação final ambientalmente adequada é aquela que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Entre elas a disposição final deve-se ser realizada observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A disposição final ambientalmente adequada também pode ser feita por meio da distribuição ordenada de rejeitos em aterros, também observando as normas operacionais específicas. Portanto, as formas hoje viabilizadas de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) atingirão, em breve, seu esgotamento, o que já pode ser observado em todo o Brasil.

Surge então, um problema de grande relevância, merecedor da atenção de estudos para avaliar e apontar os caminhos mais viáveis e adequados à solução ou, ao menos minimizar.

Atualmente, em relação ao sistema de tratamento de resíduos sólidos urbanos, existem diferentes técnicas, dentre elas: compostagem, incineração, tratamento com micro-ondas, plasma-pirólise e reciclagem. Essas técnicas são aplicadas após os RSU passarem por um centro de triagem, onde serão separados todos os produtos recicláveis, por meio de grupos de cooperativas de catadores de lixo que podem separar todos os produtos nas esteiras industriais. Desta forma, apresenta-se a instalação de um forno de carbonização que possua uma tecnologia avançada de operação e, principalmente, de controle de emissões de gases. Tal processo irá reduzir significativamente o volume das sobras do centro de triagem do lixo urbano e disponibilizar o tratamento adequado desses resíduos por meio da carbonização, transformando todos os rejeitos em carvão. Bem como, poderá produzir, após a carbonização desses, a energia elétrica, por meio de uma usina termoelétrica que funcionará com o próprio carvão produzido na usina de carbonização, onde também poderá produzir outros subprodutos para o mercado principalmente de cosméticos, combustível e adubos orgânicos.

Levando em conta a falta de disponibilidade de áreas próximas as grandes cidades para a construção de um novo Aterro Sanitário, observando a questão da problemática com a vizinhança que não quer um Aterro Sanitário instalado em seu quintal, bem como considerando o fator dos custos e dos riscos de transporte desses RSU para grandes distâncias ser inviável, observa-se a necessidade de se implantar uma tecnologia de tratamento e processamento desses RSU que venha a atender a demanda crescente do lixo urbano produzido diariamente pelas regiões metropolitanas de todo o Brasil e especialmente no Distrito Federal.

Visando um tratamento mais adequado aos RSU produzidos no território brasileiro, foi criada a Lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que é composta por instrumentos legais que permite o avanço necessário ao Brasil para que este possa enfrentar toda a problemática da geração e má utilização dos resíduos sólidos produzidos nos grandes centros urbanos e estipulando metas e prazos para que as ações de gerenciamento de RSU sejam devidamente alcançadas.

Neste sentido, a referida Lei previa, no momento de sua promulgação, o fechamento dos principais lixões do Brasil até a data de 02 de agosto de 2014. No entanto, tal fechamento ainda não aconteceu devido ao fato de que os projetos de gerenciamento de RSU ainda não foram concretizados de forma a possibilitar o fechamento desses lixões. Fato esse que demonstra a urgente necessidade de se implantar um projeto de gerenciamento de RSU que atenda as necessidades da sociedade brasileira.

No Distrito Federal a proposta gerenciamento de RSU está direcionada de forma a diminuir a quantidade de resíduos descartados no Aterro Sanitário e, conseqüentemente, aumentarem sua vida útil ou simplesmente dispensá-lo, já que com a nova tecnologia de processamento dos RSU poderão ser transformados em novos produtos para o mercado e geração de energia renovável (TJMC, 2014).

Portanto, para apresentar a proposta da implantação de uma usina de carbonização de rejeitos sólidos urbanos, associada a unidades de reciclagem integral para o Distrito Federal, destacam-se a co-geração de energia elétrica, os benefícios ao meio ambiente, à diminuição dos custos de coleta de lixo pelo Serviço de Limpeza Urbana (SLU), da qualidade de vida que proporcionará aos moradores devido à limpeza constante na cidade, da fabricação de carvão para as grandes siderúrgicas sem precisar derrubar árvores para esse fim e da produção de subprodutos para as indústrias de cosméticos, de combustíveis e de adubos orgânicos. Tais características tornarão a implantação viável sob o ponto de vista do custo/benefício de sua construção, implantação, operação e manutenção e do ponto de vista ambiental, conseqüentemente, garantindo um desenvolvimento sustentável para a população do Distrito Federal.

A presença de catadores nos aterros e lixões, com adultos e crianças se alimentando dos restos de comida e sobrevivendo da separação e comercialização dos materiais recicláveis presentes no lixo urbano, é um quadro socialmente inaceitável. Essas pessoas trabalham e, muitas vezes, vivem nesses locais em condições extremamente precárias, sujeitas a todo tipo de contaminação e doenças. Além disso, o potencial de reciclagem do material coletado nessas condições é precário devido ao alto índice de mistura com outros resíduos, sendo por isso comercializado por valores muito inferiores aos valores pagos no mercado. Diante desse contexto, é evidente a importância da usina de carbonização de rejeitos sólidos associada às unidades de reciclagem integral para o Distrito Federal.

O objetivo do presente trabalho é analisar a proposta da carbonização de RSU, associada às unidades de reciclagem integral e os respectivos destinos dos recicláveis, levando em consideração sua potencialidade como instrumento de melhora da qualidade de vida da população do Distrito Federal.

Para alcançar o objetivo deste estudo, utilizou-se de pesquisas bibliográficas por meio de fontes seguras as quais estão descritas na revisão bibliográfica deste referido trabalho monográfico. Também foi realizada uma visita na usina de carbonização de rejeitos sólidos, de propriedade da TJMC, com tecnologia desenvolvida pelo Projeto Natureza Limpa, no município de UNAÍ-MG, onde foi possível obter todas as informações possíveis para a elaboração deste referido trabalho monográfico.

No primeiro capítulo descreveram-se alguns dos mais relevantes aspectos dos resíduos sólidos no Brasil, enfocando as legislações aplicáveis e a disposição final dos resíduos sólidos. No segundo capítulo são apresentados fatos sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no que se refere à Lei da Polícia Nacional de Resíduos Sólidos e a classificação desses resíduos. No terceiro capítulo discute-se o aproveitamento energético da carbonização dos rejeitos sólidos urbanos, o processo de carbonização desses rejeitos, o processo de briquetagem após a carbonização enfocando seus benefícios e, por fim, apresenta-se o Projeto Modelo Natureza Limpa como uma proposta viável de tratamento dos resíduos sólidos urbanos e seus benefícios para a sociedade e o meio ambiente.

1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

1.1 AS LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS

No Brasil, as questões voltadas para o meio ambiente dentro de suas legislações são muito recentes. Portanto, o assunto teve um importante avanço a partir da Política Nacional do Meio ambiente publicada em 31 de agosto de 1981, que no artigo 2º afirma que se tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos por alguns princípios que estão descritos nos incisos I à X do mesmo artigo (BRASIL, 1981).

Tal Política foi reforçada mais tarde pela Constituição brasileira, criada em 1988, na qual dispõem de um capítulo inteiro destinado as questões do meio ambiente, destacando o artigo 225, onde diz que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações (BRASIL, 1998).

Mais tarde, em 05 de janeiro de 2007, foi sancionada a Lei nº 11.445, que dispõe da Política Nacional do Saneamento Básico, na qual no artigo 1º estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal do saneamento básico. Portanto, vale ressaltar o artigo 2º, no qual diz que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados baseados em alguns princípios, ressaltando-se o inciso II, que diz define que a integralidade é compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados. O inciso VI destaca a articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante. O inciso VII ressalta a importância da eficiência e da sustentabilidade econômica. E, por fim, o inciso VIII obriga a utilização de tecnologias apropriadas, considerando a

capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas (BRASIL, 2007).

No artigo 3º desta mesma lei, destaca-se, no inciso I, o conceito de saneamento básico como sendo um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, destacando-se, na alínea C, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos descritos como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. No inciso II do mesmo artigo descreve-se a gestão associada como uma forma de associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no art. 241 da Constituição Federal (BRASIL, 2007).

No artigo 6º determina-se que o lixo originário de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano. No artigo 7º, salienta-se que, para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos, é composto pelas atividades destacadas nos incisos a seguir:

- I - de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;
- II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;
- III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana (BRASIL, 2007).

No capítulo VI, desta mesma lei, fala-se dos aspectos econômicos, especificamente no artigo 29, no qual afirma-se que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços. Dentre os incisos desse capítulo vale citar o inciso II que faz referência a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades. O inciso VII obriga o estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos

serviços. Deste modo, é válido dizer que os serviços relacionados com os resíduos sólidos urbanos também estão incluídos na obrigação desta lei (BRASIL, 2007).

Portanto, a Política Federal de Saneamento Básico, no seu artigo 49, aponta os seus objetivos, dos quais vale ressaltar o Inciso I, onde diz que deve contribuir para o desenvolvimento nacional, a redução das desigualdades regionais, a geração de emprego e de renda e a inclusão social. O inciso VII promover alternativas de gestão que viabilizem a autosustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, com ênfase na cooperação federativa. O inciso IX obriga a fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, a adoção de tecnologias apropriadas e a difusão dos conhecimentos gerados de interesse para o saneamento básico. E o inciso X obriga minimizar os impactos ambientais relacionados à implantação e desenvolvimento das ações, obras e serviços de saneamento básico e assegurar que sejam executadas de acordo com as normas relativas à proteção do meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e à saúde.

Por sua vez, no artigo 52 da Lei da Política Federal de Saneamento Básico diz, em seu inciso I, que a União deve elaborar, sob a coordenação do ministério das cidades, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB) que deverá conter vários programas e segmentos que estão destacados entre a alínea “a” e alínea “e”, deste mesmo inciso. No entanto, o parágrafo 1º, em seu inciso I, deste mesmo artigo diz que o PNSB deve abranger dentre outros aspectos, o manejo de resíduos sólidos e outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental. Então, o parágrafo 2º deste mesmo artigo mostra que os planos de que tratam os incisos I e II do caput deste artigo devem ser elaborados com horizonte de 20 (vinte) anos, avaliados anualmente e revisados a cada 4 (quatro) anos, preferencialmente em períodos coincidentes com os de vigência dos planos plurianuais. É exatamente aí que o trabalho vem fomentar parâmetros legais para que se possam avaliar novos conceitos sobre o tema dos resíduos sólidos urbanos, o qual tem se mostrado tão necessitado de amparo legal e novas propostas para desenvolver suas atividades, coerentes com a sustentabilidade (BRASIL, 2007).

Contudo, é muito coerente apresentar a Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005, elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a qual dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Portanto, o CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto

nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 499, de 18 de dezembro de 2002, e o que consta do Processo nº 02000.001672/2000-76, volumes I e II, resolve exigir várias ações ambientais, dentre as quais vale ressaltar a necessidade de estimular a minimização da geração de resíduos, promovendo a substituição de materiais e de processos por alternativas de menor risco, a redução na fonte e a reciclagem, dentre outras alternativas. O texto ressalta, ainda, que a segregação dos resíduos, no momento e local de sua geração, permite reduzir o volume de resíduos que necessitam de manejo diferenciado. E, aponta, também, que soluções consorciadas, para fins de tratamento e disposição final de resíduos de serviços de saúde, são especialmente indicadas para pequenos geradores e municípios de pequeno porte (BRASIL, 2007).

Portanto, no artigo 1º, esta Resolução aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares. Contudo, no Parágrafo Único, esta Resolução não se aplica a fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental (BRASIL, 2007).

Para finalizar a abordagem com relação às legislações aplicáveis, apresenta-se a Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, a qual institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998 e dá outras providências. No art. 1º do capítulo I, esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos itens considerados perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. No § 1º deste artigo, a Lei diz que estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de

direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

No capítulo II, no artigo 3º, vale ressaltar alguns incisos tais como o inciso V que diz que a coleta seletiva é a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. No inciso VII a destinação final ambientalmente adequada é definida como um processo de destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Portanto, no inciso VIII, que trata sobre a disposição final ambientalmente adequada, define-se como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. No entanto, as determinações presentes neste inciso vão contra os propósitos deste trabalho, que é exatamente a eliminação dos aterros sanitários por meio da carbonização dos rejeitos sólidos.

O inciso X conceitua o gerenciamento de resíduos sólidos como o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.

O inciso XI distingue a gestão integrada de resíduos sólidos como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

O inciso XII explica a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

No inciso XV descreve que os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

O inciso XVI diz que os resíduos sólidos podem ser material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Nas disposições gerais desta lei, vale destacar o Art. 4º, no qual se diz que a Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. No entanto, a importância desta lei se deve ao Art. 5º que descreve que a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, regulada pela Lei nº 9.795 de 27 de Abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela Lei Nº11. 445 de 2007 e com a Lei n. 11.107, de 6 de Abril de 2015.

Dentre os princípios desta lei, descritos no artigo 6º, no que se refere aos propósitos deste trabalho, é válido ressaltar os seguintes incisos:

- I - a prevenção e a precaução;
- III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- IV - o desenvolvimento sustentável;
- VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- IX - o respeito às diversidades locais e regionais.

Quanto aos objetivos desta lei, expostos no artigo 7º, para os efeitos do propósito deste trabalho, destacam-se alguns incisos, a saber:

- I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- VII - gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a LEI nº11.445 de 2007.
- XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.

Quanto aos instrumentos desta lei, descritos no artigo 8º, apenas descreve-se alguns incisos que atendem aos objetivos destes estudo, que são:

- I - os planos de resíduos sólidos;
- VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VII - a pesquisa científica e tecnológica;
- VIII - a educação ambiental;
- X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR);
- XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA);
- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos.

Quanto às diretrizes desta lei, é válido ressaltar o Art. 9º no qual se diz que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. E no § 1º

afirma-se que poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

De acordo com o artigo 13 da lei da Política Nacional do Meio Ambiente, os resíduos sólidos recebem as seguintes classificações:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Quanto ao plano nacional de resíduos sólidos, a referida Lei, em seu artigo 15, diz que a União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos. No seu parágrafo único, a Lei diz que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos será elaborado mediante processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas.

Quanto ao plano estadual dos resíduos sólidos, esta mesma lei, em seu artigo 16, diz que a elaboração de plano estadual de resíduos sólidos é condição para os Estados terem acesso aos recursos da União ou que por ela sejam controlados e que se destinem a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

No Art. 17 descreve-se que o plano estadual de resíduos sólidos será elaborado para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos. Em seu § 1º descreve-se que, além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

Quanto ao plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exposto por esta lei em seu artigo 20, está sujeito a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

- I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13;
- II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:
 - a) gerem resíduos perigosos;
 - b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
- IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
- V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do SISNAMA, do SNVS ou do SUASA.

Por fim, quanto às disposições gerais desta Lei, ressalta-se o Art. 25. o qual diz que o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento (BRASIL, 2007).

Os aspectos legais e jurídicos aqui apresentados demonstram que há uma legislação que trata especificamente do tratamento e gerenciamento do lixo

produzido pela sociedade brasileira, com enfoque voltado, principalmente, para a disposição final dos resíduos sólidos que, por se constituírem em uma ameaça constante a qualidade de vida da sociedade, precisam ser estudados e abordado de maneira mais sistemática e aprofundada.

1.2 A DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Lei 12305, de 02 de agosto de 2010, a destinação final ambientalmente adequada consiste da destinação de resíduos que inclui processos como: a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Para que se possa entender melhor esse processo, o presente trabalho vem apresentar algumas considerações de acordo com a bibliografia pesquisada com relação à destinação final dos resíduos sólidos e seus processos socioeconômicos.

Segundo Guizard et al. (2006), somente a partir do conhecimento das graves consequências ambientais decorridas dos resíduos é que a sociedade tomou iniciativas legais no sentido de minimizar seus efeitos, sendo que cada país possui sua própria história no desenvolvimento do gerenciamento dos resíduos, conforme sua educação, clima disponibilidade de área, etc. Os resíduos sólidos da atividade humana, diferentemente daqueles de destinação natural, possuem como principal característica o fato de que a grande maioria não retorna aos ciclos naturais, gerando poluição do solo, água e ar. Se, por um lado, a disposição dos resíduos sólidos em terrenos baldios resulta na poluição do solo, podendo ocasionar poluição da água superficial ou subterrânea, por outro lado, se forem queimados de forma inadequada provocam poluição atmosférica.

Conforme a Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos entende-se por resíduos sólidos os materiais, substâncias, objetos e bens descartados resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem

como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos e em corpos d'água, o qual se exige para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A acumulação de lixo é um fenômeno específico das sociedades humanas, onde o modo de vida produz, diariamente, uma quantidade e variedade de resíduos que poluem o solo, água e ar, além de propiciar proliferação de vetores (HESS, 2002).

A poluição visual é outro aspecto a ser considerado quando os resíduos sólidos são depositados a céu aberto. Em um sistema natural não há acúmulo de rejeitos, pois o que não serve mais para um, é absorvido por outro na cadeia alimentar, de forma contínua.

Não se pode ignorar, ainda, que depósito de resíduos sólidos da forma como tem sido realizado, afeta de forma significativa a qualidade da água, principalmente quando os lixões encontram-se localizados em áreas que cobrem os lençóis freáticos, como é o caso do Lixão da Estrutural. Em um tempo de crise no gerenciamento dos recursos hídricos, tratar adequadamente os resíduos sólidos caracteriza-se com uma das estratégias necessárias a preservação desses recursos.

Como exemplo do grande volume de lixo produzido e da forma como esse lixo tem sido tratado nos grandes centros urbanos brasileiros, têm-se várias ilustrações demonstrando a atual situação dos lixões e do descarte inadequado de lixo por várias partes das cidades. Em se tratando do Distrito Federal, nota-se que a capital brasileira tem se tornando um exemplo negativo do mau gerenciamento dos RSUs produzidos pela população local.

A disposição final do lixo urbano tem como principal ponto de descarte o Lixão da Estrutural, no qual os catadores, inclusive muitas crianças, executam o trabalho de coletar materiais que são passíveis de reciclagem, a exemplo do papelão, das latinhas de alumínio e outros resíduos sólidos que podem ser reaproveitados em parte ou até totalmente.

No entanto, a forma como esse trabalho é realizado demonstra, além de uma má qualidade da infraestrutura do lixão, um descaso social com as famílias que dependem da cata desses recursos para sobreviver.

A figura 1 apresenta algumas imagens do Lixão da Estrutural, um dos principais pontos de despejo do lixo urbano produzidos diariamente no Distrito Federal.

Figura 1 – Dispensa de lixo no Lixão da Estrutural



Fonte: Disponível em: <http://coletivo.maiscomunidade.com/imagem/508e7564689f104e61b4f51127af6a1480726b14/340/375/PNUImagem.jpg>, set. 2014

A figura 2 também demonstra a realidade do Lixão da Estrutural, na qual se observa que o grande acúmulo de lixo no local agrava problemas sociais, pois a figura mostra a presença de crianças que convivem diariamente com o todo tipo de lixo despejado no local, compartilhando o espaço com abutres e demais animais que se alimentam de restos de comida que encontram no local.

É possível observar, ainda, que o lixão contrapõe-se à paisagem natural da região, constituindo-se, assim, numa fonte de poluição e contaminação do solo, do lençol freático que existe abaixo do solo e afetando, direta ou indiretamente o meio ambiente de uma área que deveria estar sendo preservada.

Figura 2 – Lixão da Estrutural na atualidade



Fonte: Disponível em: https://claudiothiago.files.wordpress.com/2010/07/lixao_estrutural1.jpg, set. 2014

A figura 3 traz imagens de demonstram à situação do RSU que são frequentemente espalhados em locais inadequados, tais como terrenos baldios e mesmo espaços públicos que acabam sendo utilizados pela população para depositar rejeitos que não são recolhidos, diariamente, pelo Serviço de Limpa Urbana (SLU).

Na imagem, é possível observar que a presença do lixo é uma realidade no meio urbano, sendo ele depositado inadequadamente em locais próximos às residências e no meio das ruas, tornando-se um problema de saúde pública por atrair roedores e uma série de outros insetos que disseminam doenças e tornando-se uma fonte de poluição do meio ambiente urbano.

Figura 3 – Lixo depositado em locais inadequados no Distrito Federal



Fonte: Disponível em: <http://s03.video.glbimg.com/x240/2703758.jpg>, set. 2014

A figura 4 retrata a situação do lixo que pode ser encontrado a céu aberto em vários pontos do Distrito Federal em decorrências de fatores como: mau gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos produzidos na região e, conseqüentemente, da falta de uma adequada e eficiente educação ambiental para a sociedade local.

Figura 4 – Presença do lixo nas ruas do Distrito Federal



Fonte: Disponível em: <http://i1.r7.com/data/files/2C95/948E/3BE4/75E4/013B/E820/D69A/47E5/lixoslu.png>, set. 2014

Segundo o senso do IBGE de 2000, o Brasil produzia, na época, aproximadamente 228.413 toneladas de lixo por dia, sendo que 135.926 toneladas desse lixo tinha destino final ambientalmente inadequado. Dados mais recentes mostram que houve um significativo crescimento da produção de lixo no país, alcançado, em 2013, um total aproximado de 260.000 toneladas de lixo, segundo dados publicados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe).

Essa constante ameaça é proveniente da apropriação privada dos recursos naturais guiados pela lógica capitalista e seus ritmos produtivos que acarretam o esgotamento dos recursos, aumento da quantidade dos resíduos sólidos gerados na produção e consumo. Esse processo de consumo manifesta-se na face da descartabilidade, do desperdício, da geração de necessidades artificiais e dos resíduos não reciclados que contaminam o meio ambiente e degradam a qualidade de vida (ZANETTI et al., 2002).

Jacobi et al. (1998, p. 11) afirmam que,

No contexto urbano metropolitano brasileiro, os problemas ambientais tem-se avolumado a passos agigantados e sua lenta resolução acarreta sérios impactos sobre a população. Os problemas não são novos. Destaca-se [...] as dificuldades na gestão dos resíduos sólidos e a interferência crescente do despejo inadequado de lixo em áreas potencialmente degradáveis em termos ambientais [...].

Todos esses fatores devem ser criteriosamente analisados para que se promova um adequado e eficiente gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos a fim de evitar todos os danos que esses resíduos provocam ao meio ambiente e a sociedade.

Para isso, se faz necessário uma política de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos capaz de amenizar os efeitos da elevada produção de lixo nas principais metrópoles brasileiras, inclusive no Distrito Federal.

De acordo com o Sindicato do Comércio Varejista do Distrito Federal (Sindivarejista), no ano de 2013, o Distrito Federal registrou aumento na produção de resíduos sólidos em relação à produção identificada anteriormente. A partir de dados apresentados pela Abrelpe, a população do Distrito Federal gerou, em 2013 4423 toneladas de lixo por dia, o que representa 297 toneladas a mais em média do ano de 2012.

2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.1 A LEI DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos consiste em um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada desses resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou com Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2014).

Gerenciar os resíduos sólidos urbanos e sua disposição envolve diversos aspectos, como: mercado, legislação, disponibilidade de aterros, controle de poluição, conscientização e participação da comunidade, entre outros fatores.

Segundo Castilhos Júnior (2003), o gerenciamento dos resíduos sólidos, para funcionar de forma eficaz, deve ser aplicado de forma integrada, envolvendo desde a etapa de geração desses resíduos até a sua utilização final, fazendo-se necessária uma maior participação do governo, da iniciativa privada e da sociedade nesse processo.

No gerenciamento dos RSU, está incluída a gestão Ambiental. Por meio desta é possível gerenciar, de forma correta, todos os processos envolvidos na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos desde a coleta até a destinação final.

Conforme Rosa et al. (2001, p. 255),

A gestão é acima de tudo, um conceito, uma concepção de como deve ser feita a administração de um sistema, de tal forma que fique assegurado um funcionamento adequado, o seu melhor rendimento, mas também sua perenidade e seu desenvolvimento. Gestão ambiental é o processo de mediação de interesses e conflitos [...] entre atores sociais que agem sobre os meios físico-natural e construído, objetivando garantir o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado [...].

No contexto brasileiro, a disposição final dos resíduos sólidos, apesar das legislações vigentes e que regulamentam essa temática, ainda ocorre de forma inadequada. De acordo com o IPEA (2012), dados coletados junto ao IBGE mostram que, no Brasil, ao longo de 2008, coletava-se em média 183,488 toneladas de RSUs

por dia e que a disposição final de todo esse material ocorria em aterros sanitários, lixões, aterros controlados, entre outros.

De acordo com dados publicados pela Abrelpe (2014, p. 28), “a geração de RSU no Brasil cresceu 1,3%, de 2011 para 2012, índice que é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país no período, que foi de 0,9%”. Além do registro no aumento da produção de RSU em todas as regiões brasileiras, o relatório da Abrelpe (2014, p. 28) ressalta, ainda, que “6,2 milhões de toneladas de RSU deixaram de ser coletados no ano de 2012 e, por consequência, tiveram destino impróprio”.

A tabela 1 mostra a quantidade de RSU gerado por cada macroregião brasileira ao longo dos anos de 2011 e 2012, bem como apresenta, também, a população urbana de cada uma dessas regiões, com a finalidade de demonstrar a proporção de RSU gerado em relação à população local.

Tabela 1 – Quantidade de RSU Gerado

REGIÕES	2011	2012		
	RSU Gerado (t/dia)/ Índice (kg/hab/dia)	População urbana (hab.)	RSU Gerado (t/dia)	Índice (kg/hab./dia)
Norte	13.658 / 1,154	12.010.233	13.754	1,145
Nordeste	50.962 / 1,302	38.477.754	51.689	1,309
Centro-Oeste	15.824 / 1,250	12.829.644	16.055	1,251
Sudeste	97.293 / 1,293	75.812.738	98.215	1,295
Sul	20.777 / 0,887	23.583.048	21.345	0,905
BRASIL	198,514 / 1,223	163.713.417	201.058	1,228

Fonte: Abrelpe (2014, p. 41)

Em se tratando da Região Centro-Oeste, onde fica localizado o Distrito Federal, que é o foco deste estudo, o referido relatório demonstra a geração, em 2012. De 16.055 toneladas de RSU por dia, sendo que desse total, 92,11% foram coletadas. Conforme o relatório, no ano de 2012 a região Centro-Oeste apresentou um crescimento de 1,5% na geração de RSU em relação ao ano de 2011 (ABRELPE, 2014).

Quanto à destinação final do quantitativo de RSU coletado na Região Centro-Oeste, o percentual de destinação correta não apresentou crescimento no referido período. Neste sentido, o relatório da Abrelpe (2014, p. 65) ressalta que:

A comparação entre os dados relativos à destinação adequada de RSU não apresentou evolução de 2011 para 2012 na região. Dos resíduos coletados, cerca de 70%, correspondentes a 10.441 toneladas diárias, ainda são destinados para lixões e aterros controlados que, do ponto de vista ambiental, pouco se diferenciam dos próprios lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários para proteção do meio ambiente e da saúde pública.

No Distrito Federal, a produção de resíduos sólidos urbanos tem se tornado uma questão problemática, principalmente no que se refere à destinação desses resíduos. De acordo com Ferraz (2014, p. 1), o lixão da Estrutural, a 16 quilômetros do Palácio do Planalto, em Brasília, recebe diariamente 2700 toneladas de lixo produzido pelos 2,8 milhões de habitantes do Distrito Federal.

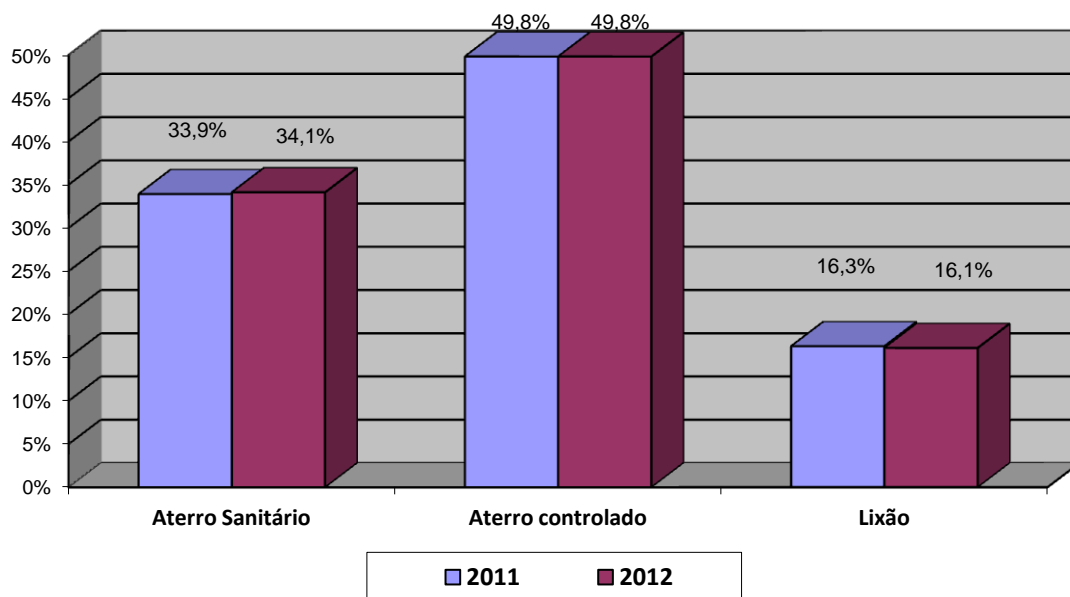
A coleta de geração de RSU no Distrito Federal, em comparação com o total populacional do local, pode ser verificada na tabela 2:

Tabela 2 – Coleta e Geração de RSU no Distrito Federal

População Urbana		RSU coletado				RSU gerado (t/dia)	
		(kg/hab./dia)		(t/dia)			
2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
2.521.692	2.558.923	1,599	1,599	4.031	4.091	4.115	4.126

Fonte: Abrelpe (2014, p. 68)

A destinação final de RSU no Distrito Federal tem como foco os aterros sanitários, os aterros controlados e os lixões, sendo que a maior parte dos RSU, no ano de 2012, era encaminhada para os aterros controlados, conforme demonstrado no gráfico 1:

Gráfico 1: Destinação final de RSU no Distrito Federal (t/dia)

Fonte: Abrelpe (2014, p. 70)

A acelerada urbanização e industrialização, de um lado, e políticas públicas de saneamento desvinculadas, de outro, mostram-se ineficazes para evitar problemas que afetam diariamente a qualidade de vida humana e do meio ambiente. O setor de resíduos sólidos Urbanos é um dos mais críticos que, aliado muitas vezes a aterros sanitários localizados em lugares inadequados, contribui para a degradação e contaminação ambiental e proliferação de doenças e epidemias (ROSA et al., 2001).

De acordo com Mucellin (2000, p. 23), “a identificação e o processo de gerenciamento dos problemas dependem do nível de conscientização dos envolvidos e das estratégias e métodos escolhidos”. O aspecto mais importante a ser levado em conta na remoção dos resíduos sólidos é o de evitar suas consequências nocivas. Por isso, o volume deve ser reduzido, as condições higiênicas devem ser melhoradas e as substâncias solúveis não devem penetrar o solo e lençóis freáticos (FELLENBERG, 1980). De maneira geral, os resíduos sólidos constituem-se num problema de saúde pública, de estética e de higiene.

Sobre isso, Salaberry et al. (1997, p. 56) enfatizam que:

O problema sobre o que fazer com o lixo é sério e difícil de resolver e devido a que todos somos em maior ou menor escala, responsáveis

pela geração de resíduos, somos nós que devemos ajudar a diminuir esta quantidade para cuidar do meio ambiente que nos rodeia e deixar um ambiente limpo para as gerações futuras.

Com relação à participação da sociedade no gerenciamento dos seus resíduos sólidos, Zaneti et al. (2002, p. 8) comentam que:

A dimensão participativa deve ser considerada como pré-requisito para a viabilidade das soluções encontradas e para a sustentabilidade dos procedimentos operativos e técnicos escolhidos, tendo em vista que tais aspectos dependem basicamente da capacidade organizativa, mobilizadora e comunicativa dos grupos sociais e instituições envolvidos.

A tendência mundial atual aponta a necessidade de se minimizar a produção de resíduos sólidos, considerando que as previsões apontam que a população mundial deverá dobrar nos próximos 50 anos e o volume dos resíduos sólidos quadruplicarem nesse mesmo período, se mantidos os mesmos hábitos.

No entanto, mudar os hábitos significa tocar no âmago da sociedade e de seus símbolos. Por outro lado, é preciso distribuir de forma mais equitativa a renda, diminuir o desperdício dos recursos finitos, recriarem a solidariedade humana, enfim, repensar a atual sociedade não mais como um mero exercício romântico, mas, sim, uma necessidade de sobrevivência desta e das próximas gerações (SODRÉ et al., 1998).

A destinação final dos resíduos sólidos constitui-se em tema de debate nos principais eventos internacionais e muitas empresas projetam, cada vez mais, produtos para reciclagem ou refabricação, economizando materiais e energia. Muitas delas rotulam seus componentes indicando a composição química ou metálica, sendo que essas iniciativas de desenho para desmontagem pressagiam uma grande expansão do conceito de reutilização e reciclagem, que “é a chave para uma economia sustentável” (GARDNER et al., 2002, p. 21).

De acordo com Soares e Silva (2014), a gestão de resíduos sólidos urbanos deve ser trabalhada por meio de projetos que visem a coleta seletiva, o processo de encaminhamentos dos resíduos coletados para aterros sanitários devidamente preparados e a realização de reutilização e reciclagem, possíveis para a maior parte dos resíduos coletados. Isso porque,

Os retornos econômicos e sociais vindos da correta utilização do lixo como coleta seletora e reciclagem são inúmeros. A viabilidade econômica estabelece relações de gerenciamento de rendas e diminuição de outros problemas como a criminalidade ou a perambulância de pessoas sem trabalho e atividade nas ruas. Como o lixo é sempre descartado, a matéria-prima existe todos os dias e o material para trabalhar não se torna escasso (SOARES; SILVA, 2014, p. 6).

O gerenciamento dos RSU deve iniciar-se, assim, pela classificação desses resíduos como forma de se identificar a melhor maneira de reutiliza-lo de forma a não poluir o meio ambiente e de maximizar seu reaproveitamento e torná-lo mais rentável para a sociedade como um todo.

2.2 A CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Quando se pensa em resíduos sólidos, logo se imagina os diversos tipos de resíduos que são produzidos todos os dias sem se dar conta que estes tiveram origem nos recursos naturais, passaram por processos de industrialização e novamente estão sendo devolvidos à natureza de uma forma muito cruel e inaceitável, na maioria dos casos no Brasil e em muitos países.

Desta forma, entende-se que os Resíduos Sólidos Urbanos

Compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção. Em alguns países, o sistema de gestão dos resíduos sólidos também se ocupa dos resíduos humanos, tais como excrementos, cinzas de incineradores, sedimentos de fossas sépticas e de instalações de tratamento de esgoto. Se manifestarem características perigosas, esses resíduos devem ser tratados como resíduos perigosos (VOLOCH, 2012, p. 21).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas, os mais comuns, de acordo com Ribeiro et al. (2014) são relacionadas à origem, as características físicas e a composição física.

Em se tratando da classificação quanto à origem, Ribeiro et al. (2014), apresenta os resíduos sólidos de origem urbana, ou seja, são resíduos produzidos em decorrência das atividades humanas e do processo produtivo necessário para o desenvolvimento socioeconômico. Assim, os resíduos sólidos urbanos são divididos nos seguintes grupos:

- a) Domiciliares - são aqueles gerados pelas atividades diárias das residências, como os restos de alimentos, papel, embalagens, vidro, plásticos, metais e diversos itens.
- b) Comerciais – tem semelhança com o doméstico, mas são originados de empresas e diversos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, tipo bancos, supermercados, lojas, bares e outros.
- c) Serviços Públicos – sua origem vem dos serviços de limpeza urbana, limpeza de praias, feiras livres, restos de podas de plantas e uma grande variedade de resíduos, os mesmos representam a maior quantidade de resíduos produzidos pelas cidades.
- d) Domiciliar especial – são aqueles restos de construção como tijolos, telhas, areia, lâmpadas, pilhas, baterias e pneus.
- e) Industriais – são gerados pelas atividades de diversos tipos de indústrias. Existe uma grande variedade de lixo industrial como plástico, papel, lodos, cinzas, borracha, metal, escórias etc. Esses resíduos têm uma grande quantidade de lixo tóxico, é preciso de um cuidado especial na hora de manejá-los para a destinação final.
- f) Radioativos – são os resíduos originários das atividades nucleares (urânio, cério, cobalto). No Brasil, o controle e gerenciamento desses resíduos são de responsabilidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).
- g) Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários – são os resíduos sépticos, que têm origem dos restos de alimentos e das cargas transportadas por passageiros. O perigo está na transmissão de doenças provenientes de outros países, estados e cidades.
- h) Agrícola – através das atividades agrícolas e pecuárias que geram resíduos através das embalagens de adubos, defensivos agrícolas e outros. Esses lixos são considerados tóxicos e precisam de uma fiscalização mais rigorosa para o manuseio destes resíduos.
- i) Serviços de saúde - são os resíduos provenientes das atividades de hospitais, farmácias e todo setor que está ligado à saúde da população. Alguns tipos são: Seringas, algodão, remédios, luvas, órgão e tecidos removidos, sangue e outros. Esses resíduos são incinerados devido às suas características de periculosidade (RIBEIRO et al., 2014, p. 20).

No entanto, de acordo com NBR 10004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas), os resíduos podem ser classificados conforme seu grau de periculosidade que eles oferecem a saúde e ao meio ambiente. Essa classificação abrange as atividades as quais deram sua origem. Então, conforme a NBR 10004/2004 os resíduos sólidos são classificados como:

Classe I – Perigosos: são aqueles que possuem características de corrosividade, reatividade, inflamabilidade, podendo ser tóxicos ou patogênicos, apresentando riscos ao meio ambiente e à saúde.

Classe II – Não Perigosos:

II A – Não inertes são aqueles que não se enquadram na classificação de resíduos, apresenta característica de combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade apresentam riscos à saúde e ao meio ambiente.

II B – Inertes são os resíduos que por suas características intrínsecas não oferecem riscos ao meio ambiente e à saúde. Segundo a NBR 10007, quando submetidos ao contato estático, não tiveram nenhum de seus componentes solubilizados

Quanto às características físicas, Ribeiro et al. (2014, p. 20) define os resíduos sólidos em:

- **Secos:** papéis, plásticos, metais, tecidos, vidros, madeira, isopor e vários outros.
- **Molhados:** restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados etc.

Em se tratando da composição química, os resíduos sólidos são agrupados, de acordo com Ribeiro et al. (2014, p. 20), em:

- **Orgânicos:** restos de alimentos, cascas e bagaços de fruta e verduras, aparas, podas de jardins, etc...
- **Inorgânicos:** Compostos de produtos manufaturados ou industrializados como vidros, borrachas, metais, etc...

Essas classificações são importantes para que se possa realizar um adequado aproveitamento energético de cada tipo de resíduo sólido urbano produzido pela sociedade, bem como para aplicar estratégias de gerenciamento que contribuam para reduzir os riscos ambientais que eles podem causar.

De acordo com Voloch (2012), entre as formas de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, destacam-se a prática do reaproveitamento e da reciclagem, considerados imprescindíveis e benéficos à sociedade. Ressalta-se, porém, que há parte dos RSUs que não podem ser reaproveitados ou reciclados, sendo estes descartados inadequadamente em lixões ou aterros sanitários.

No entanto, não se pode ignorar a possibilidade de aproveitamento energéticos desses resíduos por meio do processo de carbonização que visa transformar tais resíduos em combustíveis que podem ser utilizados num amplo mercado.

3 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DA CARBONIZAÇÃO DOS REJEITOS SÓLIDOS URBANOS

3.1 O PROCESSO DE CARBONIZAÇÃO DOS REJEITOS SÓLIDOS URBANOS

Os processos termodinâmicos realizados para melhoria das características da biomassa como combustível incluem a pirólise (carbonização), gaseificação e liquefação.

Neste sentido, Voloch (2012, p. 36) ressalta que a carbonização, geralmente realizada por meio da incineração dos resíduos, consiste numa

técnica para tratar termicamente as sobras, de forma a reduzir a massa e o volume e eliminar os agentes patogênicos presentes no rejeito. O calor liberado durante o processo pode ser aproveitado para geração de energia elétrica ou para o aquecimento de residências, fato, aliás, muito comum no exterior, onde as usinas movidas a resíduos são conhecidas como WTE, da sigla em inglês *waste-to-energy*. No Brasil tal técnica é praticamente restrita ao tratamento dos itens considerados perigosos, especialmente os resíduos dos serviços de saúde (RSS), uma vez que as altas temperaturas empregadas durante o processo destroem os agentes considerados novos ao homem e ao meio ambiente.

Os processos de pirólise, gaseificação e liquefação permitem que a biomassa possa ser utilizada em sistemas de cogeração que operem com turbinas a vapor ou a gás.

De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2008), os recursos provenientes da biomassa representam cerca de 10% da oferta total de energia no mundo, enquanto no cenário brasileiro esta participação é da ordem de 31,1%. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a biomassa é considerada uma das principais alternativas para se reduzir a utilização de combustíveis fósseis, pois se trata de uma fonte energética com maior potencial de crescimento nos próximos anos.

No Brasil, a cogeração apresenta boas perspectivas de expansão, principalmente após a Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 21 de 21 de janeiro de 2000, a qual estabelece os requisitos necessários à qualificação de centrais cogeradoras de energia, e a Portaria do Ministério de Minas

e Energia (MME) nº 212 de 25 de julho de 2000, que promove a integração de centrais co-geradoras qualificadas pela ANNEL em caráter Prioritário de Termoeletricidade.

De acordo com Holanda e Balestieri (2008), o lixo sólido urbano pode ser aproveitado por meio de sistemas de co-geração com a utilização de um gerador de vapor, ressaltando-se que o controle do custo operacional desses sistemas ainda é um dos fatores que afetam as políticas de gerenciamento de tecnologias antipoluentes.

O fator de utilização de energia é o parâmetro que considera a equivalência do calor e do trabalho como produtos. Vinculados à Segunda Lei da Termodinâmica e com objetivos econômicos, existem outros índices de avaliação muito interessantes, como por exemplo, a chamada eficiência econômica, a qual leva em consideração a razão do valor econômico da energia térmica em relação ao valor econômico da energia elétrica produzida.

A descoberta do potencial de geração de energia e o estudo de viabilidade econômica para aquisição de um equipamento destinado a geração de energia térmica a partir de resíduos sólidos urbanos, são os principais objetivos do presente projeto, no qual o potencial de geração de energia é determinado a partir da quantidade total de resíduos gerados, do poder calorífico inferior dos combustíveis e do potencial de utilização destes na geração de energia térmica.

O potencial energético dos RSU, conforme relatos apresentados por Voloch (2012, p. 39), varia de acordo com o tipo de resíduo, segundo demonstrado na tabela 3:

Tabela 3 – Poder calorífico de materiais que compõem os RSU

Tipo de resíduo	Poder calorífero em kcal/kg
Borracha	6.780
Plástico	6.300
Papel	4.030
Couro	3.630
Têxteis	3.480
Madeira	2.520
Alimentos	1.310

Fonte: Voloch (2012, p. 39)

Discutir e análise de forma criteriosa os prós e contras dos processos de aproveitamento do energético da carbonização dos rejeitos sólidos urbanos se faz

necessário para que se possa definir a melhor política de gerenciamento dos RSU e, conseqüentemente, amenizar os riscos dos elevados índices de produção de lixo que se apresentam na sociedade.

A carbonização compreende o processo que transforma os resíduos sólidos urbanos em uma fração rica em carbono e o carvão e a outra fração composta por vapores e gases (alcatrão, pirolenhosos e gases não condensáveis) (SAMPAIO apud COLOMBO; PIMENTA; HATAKEYAMA, 2006). O carvão é produzido a partir da desintegração dos resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, o calor e oxigênio devem ser fornecidos de forma controlada para que o processo de conversão se mantenha constante.

Conforme exposto por Santiago et al. (2002), a carbonização pode ser definida como o processo que se refere à desintegração térmica de materiais que contém carbono, na ausência de oxigênio. Dessa forma, qualquer tipo de material orgânico se desintegra, originando três fases: sólida (carvão), gasosa e líquida. Esta comumente chamada de extrato de alcatrão. A proporcionalidade relativa das fases varia em função da temperatura, do processo e do tipo de equipamento empregado. Normalmente, a temperatura do processo de carbonização situa-se na faixa compreendida entre 400°C e 1000 °C (SANTIAGO et al., 2002).

Na concepção de Voloch (2012, p. 42), a carbonização caracteriza-se pela

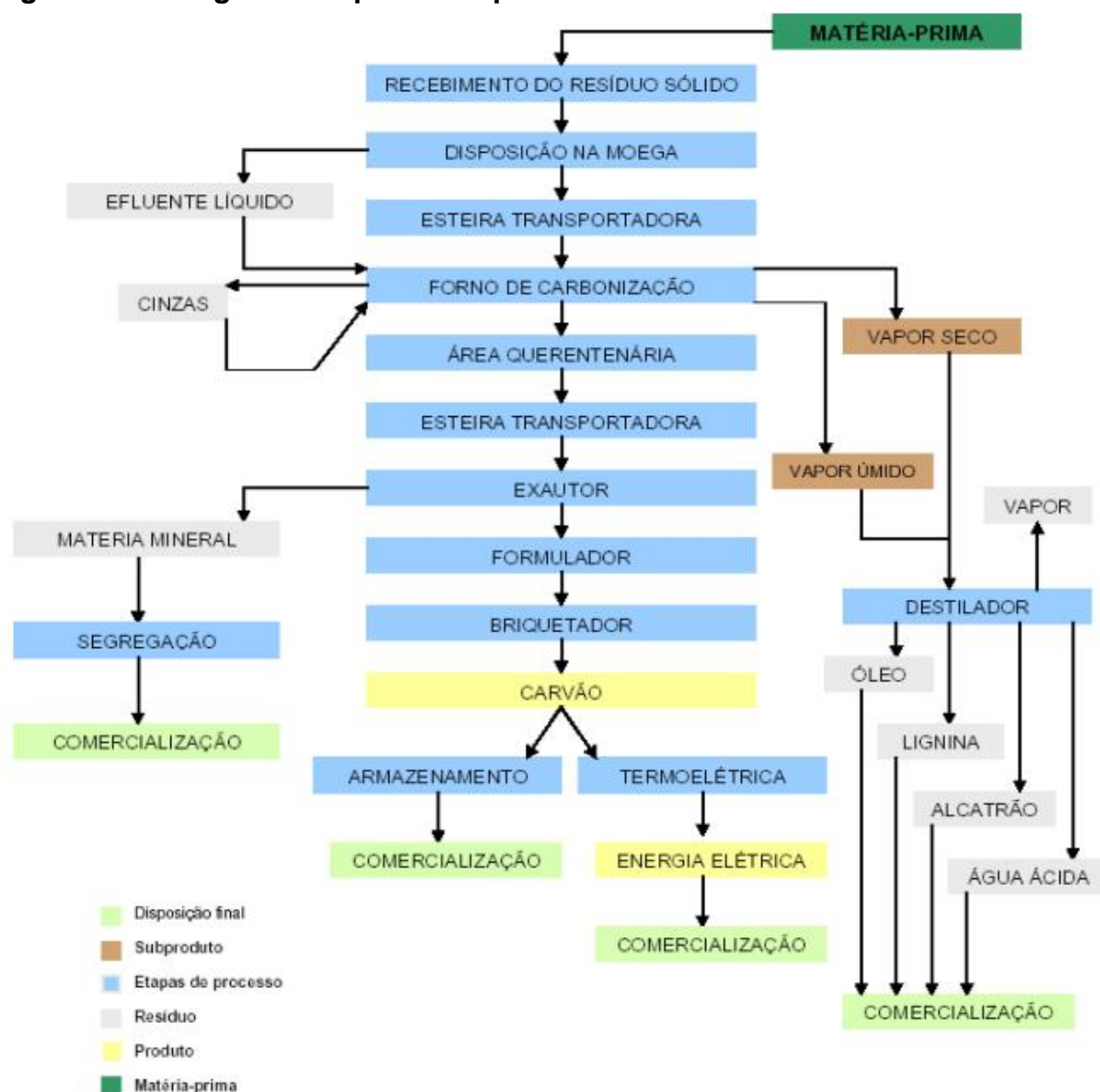
Transformação de determinado material em carvão. Esse processo é muito comum em carvoarias no interior do Brasil que utilizam a madeira como matéria prima, aliás, sob severas críticas, pois muitas vezes usam mata nativa no processo de produção.

Este processo deve ser realizado de forma controlada para evitar-se a emissão de gases poluentes, conforme descreve Voloch (2014, p. 42):

Para transformar a madeira em carvão é necessário queimá-la, porém essa queima é efetuada de forma controlada. Simplificadamente pode-se dizer que o oxigênio é o principal elemento para a combustão de determinado material. Dessa forma, controlando-se a entrada desse componente no forno, a madeira vai “cozinando” lentamente, até se transformar em carvão vegetal. Isso pode ser feito da forma mais rudimentar, cobrindo-se o material parcialmente com terra, ou em fornos modernos, construídos especialmente para essa função.

Por reduzir consideravelmente o volume e a massa dos resíduos, o processo de carbonização tem sido estudado como uma das alternativas para a reutilização e comercialização dos RSU. Conforme explica Voloch (2012, p. 42), “os rejeitos passíveis de carbonização são muitos, vão desde pó de serra, podas de árvores, bagaço de cana, restos animais, estrume bovino, até o popular “lixo” urbano”. Ressalta-se, porém, que materiais como vidros e metais não são passíveis de carbonização, o que leva a necessária separação prévia desses materiais antes de se iniciar o processo de carbonização que deve ser realizado conforme apresentado no fluxograma abaixo:

Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Voloch (2012, p. 43)

A partir desse fluxograma, nota-se que a uma semelhança considerável entre a produção de carvão a partir da madeira e a obtenção de carvão a partir de RSU. O que muda é a forma como a transformação da matéria-prima ocorre, sendo que a madeira é incinerada e o RSU é queimado por meio de pirólise, que consiste na “desidratação térmica dos resíduos em câmara fechada, com alta temperatura (até 800°C) e sem alimentação de oxigênio, por aproximadamente 1 hora” (VOLOCH, 2012, p. 43).

Voloch (2012, p. 44) explica que

A diferença fundamental entre incineração e carbonização é que sem oxigênio os resíduos não entram em combustão, não ocorre, portanto a queima do rejeito, mas sim a desidratação do material. Isso é importantíssimo, pois apesar das altas temperaturas a carbonização ocorre em ambiente relativamente úmido, evitando dessa forma a corrosão excessiva dos equipamentos e permitindo ainda a obtenção de diversos subprodutos.

Observa-se, então, que enquanto a incineração permite apenas a geração do carvão, a carbonização possibilita, além da redução da massa e do volume dos resíduos, um aproveitamento maior da material prima, ou seja, do lixo, conforme descreve Voloch (2012, p. 44):

Da carbonização dos RSU são obtidos cinco itens que podem integrar novamente a cadeia produtiva, a saber: pós de carvão; óleo vegetal que pode ser usado para gerar biocombustível; alcatrão; lignina e água ácida. Com exceção do primeiro, os demais são líquidos presentes na massa vegetal e animal que são volatizados ao estado gasoso, passam por um processo de destilação e retornam ao estado líquido, sendo coletados e encaminhados para comercialização posterior com as indústrias químicas, de cosméticos, abrasivos, entre outras. O vapor de água é liberado para a atmosfera.

Para cada 5 toneladas de resíduos são obtidos aproximadamente:

- * óleo vegetal – 32 litros
- * lignina – 12 litros
- * Pó de carvão – 2 toneladas
- * Alcatrão – 18 litros
- * Água ácida – 18 litros

Os dados apresentados acima demonstram que o pós de carvão é o produto de maior proporção ao final da carbonização, fazendo-se necessário transformar esse material em briquetes que servirão como combustível para as indústrias. Esse processo é denominado de briquetagem.

3.2 O PROCESSO DE BRIQUETAGEM APÓS A CARBONIZAÇÃO

Após a carbonização, os resíduos sólidos carbonizados em forma de cinzas, passam pelo processo de briquetagem, o qual consiste na aplicação de pressão a uma massa de partículas com ou sem adição de ligantes e com ou sem tratamento térmico posterior (SALAME, 1992). O aproveitamento de produtos naturais, em especial da madeira associada ao lixo urbano, significa a agregação de valor à materiais anteriormente considerados resíduos.

Segundo Salame (1992), os resíduos vegetais, que podem ser serragem, bagaço de girassol, palha de milho, casca de arroz, restos de madeira - juntamente com os resíduos urbanos como papéis, alguns polímeros, cascas de vegetais e outros - podem ser reaproveitados na fabricação de briquetes, que são uma forma de proteção ambiental, pois como ocorre com a serragem, madeira e o lixo não-reciclável, estes resíduos geralmente são destinados a aterros ou queimados inadequadamente, gerando altos índices de poluição ao meio ambiente, sem resultar em energia reutilizável.

De acordo com Quirino (1987), todo briquete é um combustível e pode ser um material cuja queima é utilizada para produzir calor e energia. A queima ou combustão é uma reação química de oxido-redução na qual os constituintes do combustível se combinam com o oxigênio do ar. Para iniciar a queima é necessário que a biomassa atinja uma temperatura definida, chamada de temperatura de ignição. O poder calorífico de um combustível é dado pelo número de calorias desprendidas na queima do mesmo e a sua classificação é dada segundo o estado em que se apresenta (sólido, líquido ou gasoso).

É possível a obtenção de briquetes com maior poder calórico devido à presença de materiais derivados de petróleo, como os polímeros, quando se mistura os RSU. A briquetagem direta de muitos componentes do RSU não é possível pelas características do material, além das consequências ambientais da queima dos mesmos, como por exemplo, elastômeros e termofixos (QUIRINO, 1987).

3.3 O PROJETO MODELO NATUREZA LIMPA

De acordo com a Lei 12.305 de 02/08/2010, o Estado deve impor o tratamento sustentável dos resíduos sólidos e criar um quadro inédito de responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos, baseando-se nos três grandes pilares da sustentabilidade, com gerenciamento ambientalmente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo.

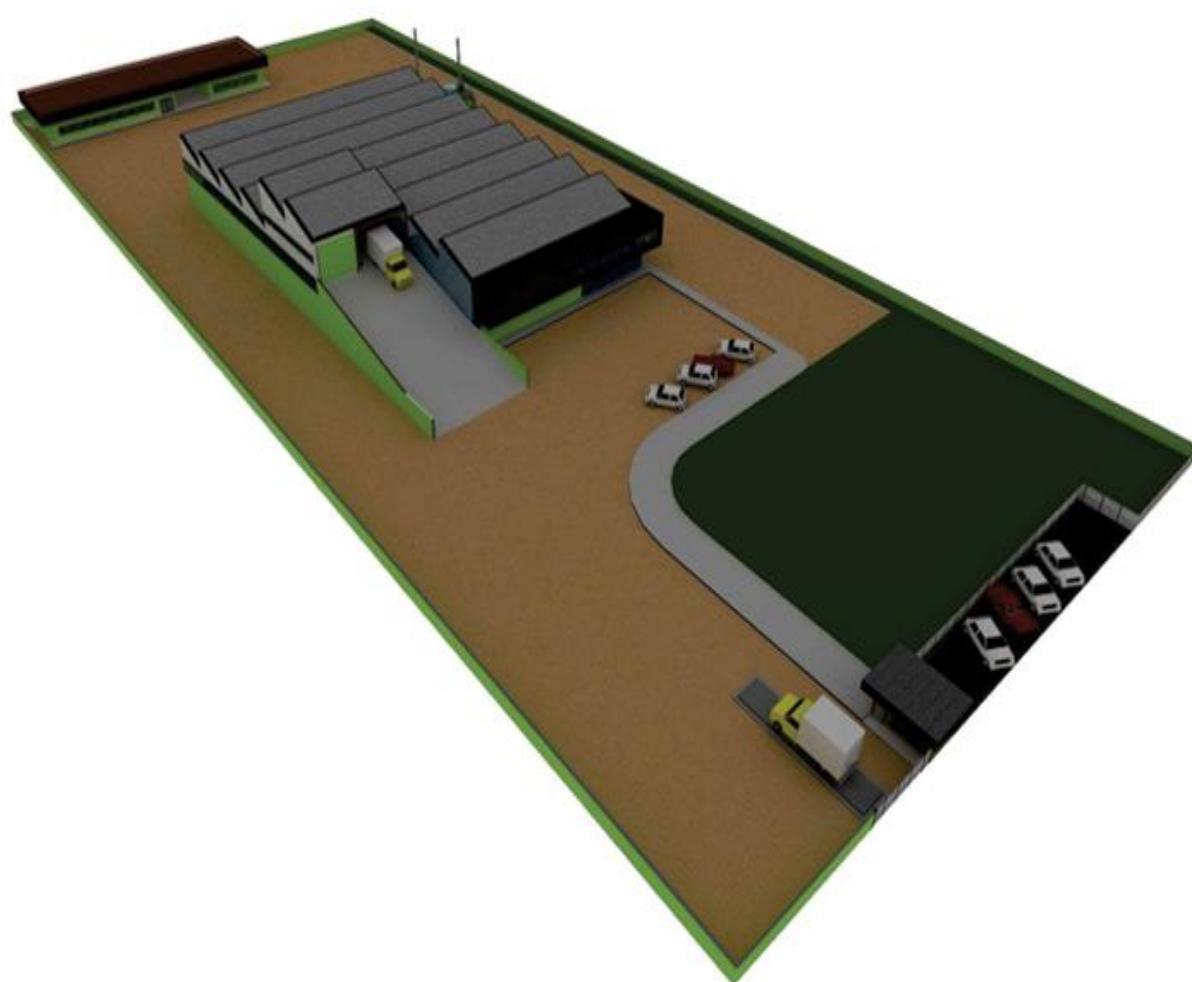
Alguns estudos comparativos evidenciam a inoperância financeira das soluções até o presente momento implementadas no plano internacional. Ainda que, tecnologicamente atraentes, com efeito, as fórmulas de gaseificação e incineração, promovidas nos mercados do Primeiro Mundo, implicam investimentos de capital, despesas operacionais e custos de dependência, que para o atual contexto brasileiro, inviabiliza todos os projetos nesse nível.

O Projeto Natureza Limpa, foi desenvolvido com tecnologia repassada para a TJMC Empreendimentos. A usina transforma rejeitos sólidos urbanos em fonte de energia, com total eliminação de aterro sanitário, porém com uma simplicidade técnica e uma excelente eficiência operacional, justificando o custo benefício do processo de tratamento dos resíduos sólidos urbanos coletados na cidade. Na expressão simples, o processo tecnológico Natureza Limpa carboniza a matéria orgânica por pirólise com subsequente produção de combustível briquetado de alto teor calorífico (TJMC, 2014).

Não há incineração dos rejeitos sólidos, somente ocorre a decomposição em ambiente sem oxigênio, com temperatura de 400°C, com subsequente tratamento dos gases emitidos pela carbonização desses rejeitos, por meio de destilação e filtragem de última geração, garantindo níveis praticamente indetectáveis de poluição na atmosfera (TJMC, 2014).

A estrutura do espaço para realização da carbonização por pirólise deve seguir o modelo apresentado na figura 6:

Figura 6 - Vista geral da Usina



Fonte: TJMC, 2014

3.3.1 Os componentes e fases operacionais do projeto

A proposta do referido projeto está inserida no contexto de tratamento térmico dos rejeitos sólidos com aproveitamento energético por meio da produção de combustível orgânico, derivado da carbonização dos rejeitos sólidos urbanos que não servem mais para reciclagem. Esse processo é realizado de forma muito simples, comportando uma área para descarga dos resíduos sólidos que são trazidos pelo serviço de limpeza da cidade, passando por um túnel de secagem, seguindo para a esteira de reciclagem, onde os catadores de lixo das cooperativas fazem a seleção dos produtos recicláveis, os quais seguirão para o processo de

prensagem, para posterior comercialização; sobrando apenas os que não servem para reciclar, que seguirão na esteira até o picador das sobras orgânicas, para facilitar o processo posterior de pirólise no forno de carbonização (TJMC, 2014).

Assim os grânulos orgânicos secos seguem pela esteira até uma moega de armazenagem que alimenta o forno primário de carbonização. Depois segue para o forno secundário, onde conclui a desfragmentação orgânica, transformando os rejeitos sólidos em pó de carvão inerte. Após isso, passam por uma peneira classificando os grânulos por tamanhos, os de granulometria fina são levados para briquetagem e os de granulometria grossa vão para triagem e posterior moagem. As cinzas geradas pela carbonização dos rejeitos sólidos urbanos dentro dos fornos primários e secundários são coletadas pelo sistema de exaustão do ciclone das fornalhas (TJMC, 2014).

O processo de briquetagem terá capacidade para briquetar 1,5 t/h, transformando os grânulos finos de carvão, adicionando aglutinantes e líquidos para produzir os briquetes de carvão orgânico. Após os briquetes prontos, passam por um túnel de secagem a 130°C (TJMC, 2014).

Os gases formados pela carbonização dos rejeitos sólidos passam por um condensador, transformando-os em líquidos. Os que não foram condensados pelo condensador, passam por uma lavagem, onde são retidas todas as partículas de toxinas e impurezas, liberando apenas ar puro para atmosfera. Portanto, os gases condensados passam por um filtro onde retêm todos os materiais graxos para subprodutos, liberando apenas os líquidos. A água proveniente dos condensadores e dos lavadores de gases passa por um processo de tratamento físico-químico, por hiperaeração com microbolhas de ar e separação do lodo por flotação (TJMC, 2014).

Esse processo é desenvolvido conforme descrito no layout apresentado na figura 7:

3.3.2 Aspectos Ambientais da Usina de Carbonização com unidade de reciclagem integral

A tecnologia aplicada neste projeto tem por objetivo minimizar os efeitos poluentes em cada fase, produzindo um balanço geral positivo demonstrado no processamento industrial dos resíduos sólidos urbanos adequadamente seguindo os padrões ambientais exigidos pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12305 de 02 de agosto de 2010).

De acordo com a TJMC, reduzir a pressão sonora e de efluentes atmosféricos ou líquidos é prioridade enquanto a reciclagem é princípio absoluto no tratamento de cinzas, óleos, materiais de origem mineral, vidro e sucata metálica (TJMC, 2014).

O sistema de purificação de ar é altamente sofisticado, elimina quase por completo os odores gerados pela decomposição natural dos resíduos orgânicos, enquanto uma caixa de retenção impermeabilizada recebe os efluentes líquidos, os quais são bombeados até uma serpentina na fornalha, evaporação, condensação e coleta segregada de líquidos e materiais graxos, respectivamente tratados para devolução à natureza sob a forma de H_2O , sobrando os subprodutos para comercialização (TJMC, 2014).

Outro aspecto ambiental importante é o impedimento por completo de o chorume entrar em contato com o solo, muito menos sentir o mau cheiro na usina ou na vizinhança, pois não sobram quaisquer rejeitos, porque o alcatrão, vidro, ferro, cinzas, lignina ou água ácida são facilmente comercializados na indústria da construção civil e outros ramos das indústrias brasileiras (TJMC, 2014).

Além de todos os fatores positivos que justificam os benefícios da implementação do projeto Natureza Limpa no Distrito Federal, há a ainda a questão dos benefícios estéticos. Considerando-se que o Distrito Federal comporta a Capital Federal do País, tida como um patrimônio da humanidade e considerada um dos principais pontos turísticos brasileiros, se faz necessário refletir sobre a influência que a paisagem das cidades em volta de Brasília seja também um reflexo da organização e do planejamento que tornam a capital federal um cartão postal que atrai visitantes de todo o mundo.

Neste sentido, a figura 8 mostram a atual aparência do Lixão da Estrutural e como o local ficaria se o projeto Natureza Limpa fosse implementado no Distrito Federal.

Figura 8 – Lixão da Estrutural na atualidade

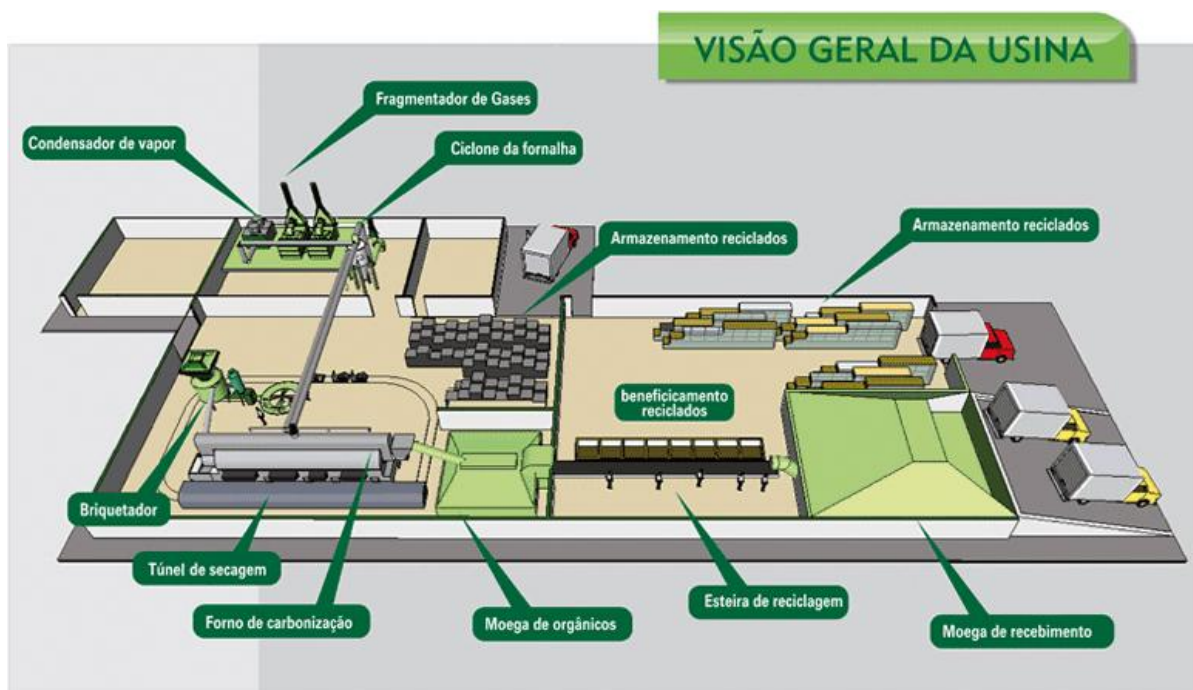


Fonte: Disponível em: http://blogs.diariodonordeste.com.br/gestaoambiental/wp-content/uploads/2013/05/LixaoPacajus_FabianedePaula.jpg, set. 2014

Observa-se, na imagem acima, que as pessoas que trabalham no Lixão da Estrutural estão em contato direto com o lixo e todas as suas possíveis fontes de contaminação, sem o uso de qual equipamento de segurança.

Com construção da usina de carbonização de RSU proposta pelo projeto Natureza Limpa, a imagens que se espera ter dos locais onde será feita o depósito, separação e carbonização dos RSUs é descrita na figura 9:

Figura 9 – Visão geral da Usina de Carbonização de RSU



Fonte: Disponível em: <http://www.jnminas.com.br/jornal/wp-content/uploads/2011/10/Natureza-Limpaquadro.jpg>, set. 2014

Conforme pode ser observado na imagem acima, a usina de carbonização da RSU além de favorecer uma maior organização das várias etapas do processo de acomodação e reaproveitamento do lixo, ainda favorece uma maior segurança para os trabalhadores, pois o contato direto com o lixo é feito de maneira planejada, organizada e com toda a segurança necessária para garantir os padrões mínimos de higiene e qualidade de vida dessas pessoas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos planos e projetos de gerenciamento do RSUs vêm sendo estudados no DF, inclusive para resolver a questão do lixão da Estrutural. Mas, as soluções mantêm a utilização as tecnologias convencionais obsoletas conhecidas que não resolvem a questão dos resíduos sólidos urbanos, a grave situação social de cerca de 4.500 catadores em todo DF, sem considerar o custo de operação dos sistemas convencionais que são altamente onerosos para os cofres públicos.

A preocupação da sociedade e dos organismos públicos e privados dedicados ao problema do lixo urbano têm sido de expor à população, por meio da conscientização e educação ambiental, para organizar a disposição já a partir de sua geração para facilitar e possibilitar a sua reciclagem, de forma a propiciar, pela reciclagem, a inclusão social e geração de renda de grupos sociais marginalizados envolvidos de alguma forma na coleta e disposição desses resíduos.

Essas ações compreendem o que se conhece por “coleta seletiva”, defendida quase que unanimemente como a solução ideal para a inclusão social desses grupos marginalizados e para a defesa do meio ambiente. A situação atual, entretanto, mostra um quadro muito distante da solução ideal de “coleta seletiva” proposta e aceita em geral pela população, resultando num quadro de antropia na maior parte do país.

Os maiores problemas que desafiam a sociedade e os órgãos de governo a tomarem medidas que superem essas dificuldades, com relação às questões voltadas à gestão de resíduos sólidos no Brasil e, principalmente, no Distrito Federal estão ligados à cadeia produtiva por parte do atravessador (os donos de depósitos de lixo), a vinculação às empresas recicladoras, a dispersão dos catadores devido à ausência de organização social da categoria, as péssimas condições de vida dos catadores e suas famílias.

Assim, é com tecnologia e inovação, principalmente com objetivo principal de inclusão social desses grupos sociais marginalizados, que passa a superação das limitações impostas pela escassez de recursos públicos na implantação de dispendiosos aterros sanitários com a introdução de uma nova concepção do problema baseada num dos mais importantes e novos setores da economia: a reciclagem industrial aliada à Usina de Carbonização de rejeitos sólidos.

Esse setor, em rápido crescimento em todo o mundo, e principalmente no Brasil, propicia condições de aporte muito menor de capital para o setor de separação e tratamento desses resíduos sob incentivo público de forma, não somente a generalizar a utilização das novas tecnologia e inovações, a propiciar a inclusão social efetiva de amplas camadas dessa população marginalizada e explorada, organizada na forma associativa, retendo os rendimentos atualmente captados por intermediários.

A elevada agregação de valor a esses resíduos, depois de apropriadamente tratados e industrializados, permite remunerar o capital necessário a esses procedimentos, descolando as meritórias iniciativas de disseminação da “coleta seletiva” das limitações de sua universalização, com a rapidez necessária a superação do grave problema ambiental criado.

O desenvolvimento dessas tecnologias e inovações virá necessariamente ao encontro da disseminação de projetos economicamente viáveis, passíveis de suporte financeiro pelo sistema público de fomento, às organizações cooperativas dessa população, promovendo todos os benefícios resultantes da reciclagem industrial, aliados à Usina de carbonização de rejeitos sólidos sob um processo de distribuição de renda e preservação ambiental.

Portanto, cita-se como alternativa um processo de associação do capital privado com essas cooperativas, ampliando as possibilidades de uma gestão eficiente permite à viabilização efetiva desses projetos, mantendo as condições ideais de relação entre o capital e o trabalho.

Este projeto, baseado na viabilização econômica e ambiental do processamento dos RSU por meio da Usina de carbonização de rejeitos sólidos e associado à unidade de reciclagem integral, vai mostrar com clareza as enormes vantagens da solução de reciclagem integral com agregação de valor industrial a todos os resíduos domésticos e de custo inferior às outras soluções existentes e com um enorme potencial de inclusão social, além dos importantes benefícios indiretos para toda população como, por exemplo, a geração de energia elétrica por meio de usina termoeletrica, alimentada pelo combustível produzido a partir dos rejeitos sólidos carbonizados.

O Projeto da Usina de Carbonização de rejeitos sólidos associado à Unidade de Reciclagem Integral de Resíduos Sólidos Urbanos representa o que há de mais moderno em termos de Tecnologia na Gestão Integrada de Resíduos. As unidades

de separação e industrialização de materiais recicláveis e do lixo orgânico têm uma concepção completamente nova para os padrões brasileiros na medida em que torna produtivo o capital necessário para o processamento dos RSU. Este projeto se insere nessa nova concepção e demonstra a possibilidade do poder público agir com racionalidade econômica e ambiental na questão dos resíduos sólidos domésticos propondo a utilização de tecnologias já conhecidas, no caso do lixo seco e novas tecnologias no caso do lixo orgânico, integrando uma população marginalizada e miserável na mais moderna indústria do mundo e que cresce rapidamente.

O sistema de separação para reciclagem integral se caracteriza pela utilização do trabalho dos catadores de lixo que atuam nos lixões para a separação manual em correias transportadoras, trituração do vidro, floculação, aglutinação e extrusão do material plástico de polietileno, poliestireno e PVC e das garrafas de PET, após lavagem e limpeza do material, agregação do material metálico, prensagem de latas de alumínio e de folha de flandres, tratamento de papel e papelão em “*hidrapulper*” e hidrociclones, com sua prensagem em roscas secadoras para venda de pasta de celulose de segunda (*aparas*) por valor pouco inferior ao da celulose virgem. Os rejeitos sólidos, os quais não servem mais para reciclagem são destinados ao forno de carbonização, transformando-se em briquetes de carvão, que vai alimentar a usina termoeletrica ou podem ir para as indústrias siderúrgicas.

Portanto, diante deste contexto, há uma perspectiva de melhorias no programa nacional de resíduos sólidos, principalmente no aproveitamento desses resíduos para transformá-los em novas matérias primas e novos produtos e em fonte de energia, especificamente por meio de uma usina de carbonização associada as unidades de reciclagem integral, já que esses resíduos vão para os aterros sanitários e não são aproveitados em sua totalidade.

Pode-se concluir então que o lixo nem sempre é lixo e sim matéria-prima com significativo valor econômico e considerando a sustentabilidade com grande potencial de transformar o atual panorama ambiental urbano, dando condições de qualidade de vida principalmente para as populações mais carentes.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2012. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso: 14 set. 2014.

ANEEL, (Agencia Nacional de Energia Elétrica), 2000. **Resolução nº21 de 21 de janeiro de 2000.**

BEN - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanço Energético Nacional 2008:** Ano base 2007 / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. **Lei n. 11445, de 05 de janeiro de 2007.** Brasília: Presidência da República, 2007.

BRASIL. **Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981.** Brasília: Presidência da República, 1981.

CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de et al. **Resíduos sólidos urbanos:** aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES/RIMA, 2003, 294 p.

COLOMBO, Sueli de Fátima de PIMENTA; Alexandre Santos; HATAKEYAMA, Kazuo. Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos verticais: um modelo sustentável. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2006. 8p.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental.** São Paulo: EPU: Springer: Editora da Universidade de São Paulo, 1980. 196 p.

FERRAZ, Adriana. **Sustentabilidade:** em 2013, brasileiro produziu 3 milhões de toneladas de lixo a mais. Disponível em: <http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral>. Acesso em: 02 set. 2014.

GARDNER, G. et al. **Estado do Mundo 2002.** O desafio de Johannesburgo: criar um mundo mais seguro. Salvador: UMA, 2002. 280 p.

GUIZARD, J. B. R. et al. Aterro Sanitário de Limeira: diagnóstico ambiental. **Revista Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 3, n. 1, p. 072-081, jan/jun 2006.

HESS, S. **Educação Ambiental: nós no mundo**. 2. ed. Campo Grande: Ed. UFMS, 2002.

HOLANDA, Marcelo R.; BALESTIERI, José A. Perrela. Optimisation of environmental gas cleaning routes for solid wastes cogeneration systems: part I- analysis of waste incineration steam cycle. **Energy Conversion and Management**, Guaratinguetá, v.49, p.791-803, 2008.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Anuários Estatísticos do Brasil. IBGE, 2000-2008 Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/geografia/ambientais/ids/ids.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

IPEA – Instituto de Pesquisa Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**: relatório de pesquisa. Brasil: Governo Federal/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2012.

JACOBI, P. et al. Educação ambiental e cidadania. In: CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F. de (Org.). **Educação, meio ambiente e cidadania**: reflexos e experiências. São Paulo: SMA/CEAM, 1998 a. 121p.

MUCELLIN, C. A. **Resíduos sólidos urbanos**: pesquisa participante em uma comunidade agroindustrial (Dissertação de Mestrado - Unioeste). Cascavel: Unioeste, 2000.

ONU. **Organização das Nações Unidas**. Base de dados de 1992 e 2003. Disponível em: <http://www.onu.org>. Acesso: 24 set. 2014.

PNSB 2008. **A gestão de resíduos sólidos urbanos no DF**: tecnologias inovadoras. Disponível em: <http://tecnologiadolixo.blogspot.com.br/2010/08/gestao-de-residuos-solidos-urbanos-no.html>. Acesso em: 03 ago. 2014.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA; Casa Civil, subchefia de assuntos jurídicos. **Lei nº12305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, poder executivo, Brasília-DF, de 03 de agosto de 2010, 22 p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm, acesso em 20 de abril de 2011.

QUIRINO, W. F. Compactação de resíduos para use energético. In: **Ciclo de Seminários** "Situação da Lenha no Brasil" promovido pela COPPE-UFRJ, 30-31 de março de 1987.

RIBEIRO, Gustavo G. et al. Reciclagem de resíduos orgânicos. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2011. Disponível em http://www.unemat.br/proec/compostagem/docs/folder_reciclagem_residuos_organicos.pdf. Acesso: 28 set. 2014.

ROSA, A. et al. Problemas e potencialidades ambientais globais e regionais, estaduais e locais. In: LEITE, A. L. T. A.; MININNI-MEDINA, N. (Org.) **Educação ambiental: curso básico à distância: questões ambientais: conceitos, história, problemas e alternativas**. Brasília: MMA, 2001. 5v. 2. edição ampliada. 255-393 p.

SALABERRY, M. et al. Los residuos urbanos. In: BELIZ, G. (Org.). **Guia práctico de ecología urbana**. Centro de Investigaciones Ambientales- Fundacion Nueva Dirigencia: Buenos Aires: Porteña S.A, 1997. 1. ed. 56 e 254 p.

SALAME, J. E. F. **Estudo básico para briquetagem de carvão vegetal**. Ouro Preto. Escola de Minas e Metalurgia, 1992.

SANTIAGO, B.H. S et al. Conservação e cogeração de energia com produção de biocombustíveis derivados da lenha. In: AGRENER, 9, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2002. 6p.

SOARES, Jéssica Gonçalves; SILVA, Izabel Cristina Rodrigues da. **A importância da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e de saúde em Brasília – DF**. Disponível em: <http://www.cpgls.ucg.br/8mostra/Artigos/SAUDE%20E%20BIOLOGICAS/A%20Import%C3%A2ncia%20da%20Gest%C3%A3o%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20e%20de%20Sa%C3%BAde%20em%20Bras%C3%ADlia-DF.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2014.

SODRÉ, M. G. et al. Consumo e globalização. In: CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F. de (Org.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexos e experiências**. São Paulo: SMA/CEAM, 1998.

TJMC, Empreendimentos. **Projeto Natureza Limpa**. Disponível em: <http://www.naturezalimpa.com/contato.asp>. Acesso: 12 ago. 2014.

VOLOCH, Laercio. **Carbonização de resíduos sólidos urbanos como alternativa de tratamento e geração de energia: viabilidade de aplicação no Município de Londrina-PA**. Londrina-PA: Universidade Estadual de Londrina, 2012.

ZANETI, I. C. B. B. et al. **A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente**. In: ANPPAS, 2002. Disponível em: http://www.anppas.org.br/gt/sociedade_do_conhecimento/zaneti%20%20Mourao.pdf. Acesso em: 20. abr. 2011.